

公益社団法人石油学会
2023 年度設備維持管理士
-回転機-

試験問題・解答用紙

| | | | | | |
|-------|---|-----|--|--|--|
| 受験番号 | (会場を○で囲む) 関東・関西 | 回転機 | | | |
| 受験者氏名 | | | | | |
| 生年月日 | 1.昭和 年（西暦 年） 月 日生 2.平成 | | | | |
| 就業業種 | (番号記入) | | | | |

業種分類コード（出向中の方は、出向先の業種を記入願います）

| | | | |
|-----|-------------|-----|--------------|
| 010 | 大学・高専 | 110 | 道路・アスファルト |
| 020 | 官公庁 | 120 | 電力・電気 |
| 030 | 団体・学協会 | 130 | バルブ・フランジ・ポンプ |
| 040 | 資源開発 | 140 | 設備保安・検査 |
| 050 | 石油備蓄 | 150 | 鉄鋼・機械・金属 |
| 060 | 石油精製 | 160 | 自動車 |
| 070 | 石油製品・絶縁油 | 170 | 商社 |
| 080 | 石油化学・化学 | 180 | 情報・コンピューター |
| 090 | 添加剤・触媒 | 190 | 計装・計器の製造 |
| 100 | エンジニアリング・建設 | 500 | その他 |

【問1】 次の（イ）～（ホ）は、回転機維持規格に関する用語の定義についての記述である。（イ）～（ホ）に最も適切な語句を、A～Jの中から解答せよ。なお、A～Jの語句の重複使用は不可とする。

- （イ） 規定の要求仕様を満足しなくなったアイテムを修理作業によって、再び使えるようにする行為をいう。
- （ロ） 判定基準のうち、基準値や経験値を基に事業者が独自に定めた値をいう。
- （ハ） アイテムの劣化の影響を緩和し、かつ、故障の発生確率を低減するために行う保全をいう。
- （ニ） 故障に至る過程をいう。
- （ホ） フォールト検出後、アイテムを要求通りの実行状態に修復させるために行う保全をいう。

- | | | | |
|--------|-----------|--------|-------|
| A 信頼性 | B 故障原因 | C 事後保全 | D 目標値 |
| E 補修 | F 信頼性中心保全 | G 予知保全 | H 管理値 |
| I 予防保全 | J 故障メカニズム | | |

| 【問1】 | （イ） | （ロ） | （ハ） | （ニ） | （ホ） |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 解答 | E | H | I | J | C |

【問2】 次の（ a ）～（ d ）は、回転機の保全計画についての考慮事項である。文中の（イ）～（ホ）に入る最も適切な語句を、A～Jの中から解答せよ。なお、A～Jの語句の重複使用は不可とする。

- （ a ） 回転機の保全形態及び検査周期は、適用法規、回転機の（イ）・保全グレード、設計条件、運転条件、最近の運転実績及び保全履歴に基づいて決定する。
- （ b ） 供用開始後の回転機に関わる検査には、（ロ）と適用法規に基づく検査とがある。
- （ c ） 定期検査は運転中定期検査と停止中定期検査とに分かれる。運転中定期検査の結果、事故情報などの関連情報を入手した場合には、計画外の（ハ）の実施を検討する。
- （ d ） 設備及び運転上の変更が行われる時には、損傷への影響を評価し、（ニ）保全計画の見直しを行い、回転機の信頼性の維持及び（ホ）を図る。

- | | | | |
|-----------------|----------------|-----------------|---------------|
| A 経済合理性 | B 効率の向上 | C 事故の防止 | D 定期的に |
| E 定期自主検査 | F 臨時検査 | G 状態基準保全 | H 重要度 |
| I 保全形態 | J その都度 | | |

| 【問2】 | （イ） | （ロ） | （ハ） | （ニ） | （ホ） |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 解答 | H | E | F | J | C |

【問3】 次の文は、回転機の保全形態に関する記述である。文中の（イ）～（ホ）に入る最も適切な語句を、A～Jの中から解答せよ。なお、A～Jの語句の重複使用は不可とする。

時間基準保全は、定められた時間計画に従って行う保全をいう。時間基準保全には、予定の時間間隔で行う（イ）保全と予定の（ロ）に達した時に行う経時保全とがある。

状態基準保全は、日常又は定期的に（ハ）を実施し、その診断結果に基づいて保全の必要性や時期を決めるもので、状態を診断するための（ニ）の確立が必要である。

事後保全は故障発見後、回転機の機能・性能を修復させるために行われる保全をいう。事後保全には経済性を考慮して政策的に故障が発生してから修復する（ホ）事後保全と、予想外の故障に緊急に修復する緊急事後保全とがある。

- | | | | |
|--------|--------------|--------|------|
| A 更新計画 | B 診断技術 | C 状態監視 | D 改良 |
| E 水平展開 | F 整備計画 | G 計画 | H 定期 |
| I 経済 | J 累積動作（稼働）時間 | | |

| | | | | | |
|-------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 【問3】 | （イ） | （ロ） | （ハ） | （ニ） | （ホ） |
| 解答 | H | J | C | B | G |

【問4】 次の（ a ）～（ d ）は、回転機の点検・検査における異常時の措置である。
文中の（ イ ）～（ ホ ）に入る最も適する語句を、A ～ J の中から解答せよ。
なお、A ～ J の語句の重複使用は不可とする。

- （ a ） 異常はあるが、安全性に問題がなく、（ イ ）が許容できる状態の場合には傾向を監視する。
- （ b ） 異常の原因が明確な場合は、その原因の（ ロ ）など、状態の維持回復の措置を行う。
- （ c ） 異常の状態に（ ハ ）があると判断された場合には、回転機の停止などにより異常が拡大することを防止する。
- （ d ） 部品（ ニ ）を延長する必要がある場合には、損傷速度の（ ホ ）もしくは安全率の向上などの改善措置又は運転条件の見直しを行う。

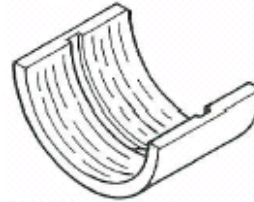
- | | | | |
|---------|--------|--------|-------|
| A 経済合理性 | B 連続運転 | C 特定 | D 重要度 |
| E 緊急性 | F 排除 | G 保証期間 | H 緩慢化 |
| I 定量化 | J 寿命 | | |

| | | | | | |
|-------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 【問4】 | （ イ ） | （ ロ ） | （ ハ ） | （ ニ ） | （ ホ ） |
| 解答 | B | F | E | J | H |

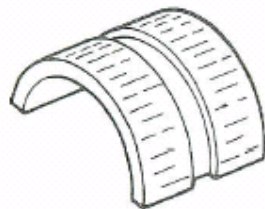
【問5】 次の（イ）～（ニ）に示す図は、滑り軸受の損傷事例である。最も適する原因を、A～Eの中から、その対策を、F～Jの中から解答せよ。なお、A～Jの語句の重複使用は不可とする。



（イ）はく離



（ロ）傷



（ハ）フレットニング
（台座裏金部）



（ニ）異常摩耗
（非対称摩耗）

原因

- | | |
|------------|---------------------|
| A アライメント不良 | Bハウジングとの締め代（つぶれ代）不足 |
| C 異物、油膜切れ | D アース不良によるスパーク |
| E 過負荷 | |

対策

- | | | |
|-------------|------------|---------------|
| F 負荷を見直す | G ライナで調整する | H アライメントを調整する |
| I 潤滑油を取り替える | J 軸受を絶縁する | |

| 【問5】 | | （イ） | （ロ） | （ハ） | （ニ） |
|------|----|-----|-----|-----|-----|
| 解答 | 原因 | E | C | B | A |
| | 対策 | F | I | G | H |

【問6】 次の文は、回転機の保全予防に関する記述である。(イ)～(ニ)に入る最も適する語句を、A～Hの中から解答せよ。なお設問中、2箇所の(イ)には同一の選択肢が入る。A～Hの語句の重複使用は不可とする。

保全予防は、設備を(イ)する段階から、過去の(ロ)又は情報を用いて不具合や故障に関する事項を(ハ)し、これらを排除するための対策を織り込むことをいう。設備の(ニ)又は更新時に適用されるものであるが、その際には、それまでの各種保全情報が収集・整理されていることが必要であり、さらにそれが(イ)部門に的確にフィードバックされる体制でなければならない。

- | | | | |
|-------------|----------------|---------------|----------------|
| A 共用 | B 計画・設計 | C 運転 | D 廃棄 |
| E 新設 | F ゼロ災害 | G 保全記録 | H 予知・予測 |

| | | | | |
|-------------|----------|----------|----------|----------|
| 【問6】 | (イ) | (ロ) | (ハ) | (ニ) |
| 解答 | B | G | H | E |

【問7】 次の文は、遠心ポンプのキャビテーションに関する記述である。文中の（イ）～（ニ）に入る最も適切な語句を、A～Hの中から解答せよ。なお設問中、2箇所（□）には同一の選択肢が入る。A～Hの語句の重複使用は不可とする。

液体の静圧が飽和蒸気圧近くまで（イ）すると、液体中には（□）により多数の気泡が発生する。この現象が液体の流動とともに生じると、フローパターンが変化し、気泡の（ハ）に（ニ）が発生したり、物体表面にエロージョンが生じたりするため、流体機械に種々の悪影響を及ぼす。このような流動などに伴う液体の（□）現象をキャビテーション（cavitation）という。

- | | | | |
|------|------|-------|--------|
| A 上昇 | B 低下 | C 固形物 | D 吐出圧力 |
| E 騒音 | F 気化 | G 崩壊時 | H 生成時 |

| | | | | |
|-------------|----------|----------|----------|----------|
| 【問7】 | （イ） | （□） | （ハ） | （ニ） |
| 解答 | B | F | G | E |

【問8】 次の（イ）～（ホ）について、遠心ポンプの故障原因と確認方法又は対策に関する説明として正しいものには○を、誤っているものには×を解答せよ。

- （イ） 大流量運転でケーシングが過熱したため、ミニマムフローラインを設置した。
 （ロ） ポンプ吸込性能（NPSH）が設計条件と合致しなかったため、吸込条件の確認を行った。
 （ハ） 計画容量、計画吐出圧力が出なかったため、プロセス条件の確認を行った。
 （ニ） スラスト荷重の増加で軸受が過熱したため、クエンチ配管の点検を行った。
 （ホ） 軸受部が異常発熱したため、軸受油面を確認して適切な油面に調整した。

| 【問8】 | （イ） | （ロ） | （ハ） | （ニ） | （ホ） |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 解答 | × | ○ | ○ | × | ○ |

【問9】 次の **A ~ E** は、遠心ポンプの損傷対策事例と改善事例に関する記述である。
適切なものを3つ選べ。

- A** ギヤカップリングにおいて潤滑不良によるトラブルが多いことから、無潤滑タイプのディスクタイプカップリングを採用した。
- B** メカニカルシールの漏れ原因の多くが回転環の作動不良であったため、ベローズ・静止型シールに変更した。
- C** ウェアリングのH₂S（硫化水素）による応力腐食割れ対策として、金属製ウェアリングに取り替えた。
- D** メカニカルシールの漏れの早期発見のため、漏えい検知器を設置した。
- E** スラリーエロージョンによるケーシング吐出舌部などに減肉が発生したので、低硬度の材質を採用した。

| | | | |
|-------------|------------|----------|----------|
| 【問9】 | 順不同 | | |
| 解答 | A | B | D |

【問10】 次の A ~ E は、遠心ポンプのメカニカルシールに関する記述である。適切なものを3つ選べ。

- A メカニカルシールから微量漏れした液が固化または結晶化し、作動不良によるメカニカルシールの漏れ原因の対策として、スチームクエンチを行う。
- B 一次シール（摺動面）の焼付き（サーマルクラック、ブリスタなど）は、ドライ運転、フラッシング流量過大などの要因である。
- C メカニカルシールの二次シールとは、OリングやVリングのことである。
- D LPG等の低沸点液体のポンプにおいては、スタフィングボックス内圧力が流体の飽和蒸気圧以上にしてはいけない。
- E クエンチとは、メカニカルシールの大気側にブッシュ又はセグメントシールを設け、その中間室に外部供給源からガス（N₂）、水、温水、蒸気などを供給することである。

| | | | |
|-------|-----|---|---|
| 【問10】 | 順不同 | | |
| 解答 | A | C | E |

【問 1 1】 次の **A ~ E** は、遠心圧縮機の故障推定原因と対策に関する記述である。
適切なものを3つ選べ。

- A** 振動増大の原因が、インペラにダストが付着し、この付着物のはく離によるアンバランスと確認できたため、対策としてインペラの清掃を行い、その後、動バランス修正を行った。
- B** 滑り軸受に電食が確認されたので、アースブラシを確認、軸振動計の隙間増加を確認、油圧調節弁を点検した。
- C** 振動増大の原因がジャーナル軸受の摩耗による隙間増加であったため、対策としてあらかじめ今後の摩耗代を見込んで隙間を基準値より小さくして組み込んだ。
- D** 滑り軸受に摺動傷が確認されたので、対策として給油配管内部の清掃、フラッシング、フィルタエレメントの交換を行った。
- E** ドライガスシール損傷の原因が液分の混入と確認できたため、シールガスフィルタをコアレスタイプへ改善し、シールガスラインを加温した。

| | | | |
|----------------|------------|----------|----------|
| 【問 1 1】 | 順不同 | | |
| 解答 | A | D | E |

【問12】 次の（イ）～（ハ）は、遠心圧縮機のドライガスシール損傷の故障推定原因である。これらに対する最も適する確認方法を、**A～D**の中から、最も適する対策を、**E～H**の中から解答せよ。なお、**A～H**の語句の重複使用は不可とする。

- （イ） 軸受潤滑油の混入
- （ロ） シールガスに液分の混入
- （ハ） ガス組成の変化（腐食、劣化）

| 確認方法 | | 対策 | |
|----------|--------------|----------|-----------------|
| A | 軸受潤滑油の分析 | E | 部品の材質変更、改善 |
| B | 液分（ドレン）有無の確認 | F | 軸受潤滑油の交換 |
| C | 部品の耐腐食性の確認 | G | セパレーションガス供給量を調整 |
| D | セパレーションガスの確認 | H | シールガスラインを加温 |

| 【問12】 | | （イ） | （ロ） | （ハ） |
|-------|------|----------|----------|----------|
| 解答 | 確認方法 | D | B | C |
| | 対策 | G | H | E |

【問13】 次の文は、遠心圧縮機のガスホワールに関する記述である。文中の（イ）～（ホ）に入る最も適切な語句を、A～Jの中から解答せよ。なお、A～Jの語句の重複使用は不可とする。

ガスホワールとは、ラビリンス部で流体膜力による不安定化作用力の発生、又は隙間増大による危険速度の変化により、回転周波数（f）のおおよそ（イ）で発生するロータの（ロ）振動をいう。

ガスホワールの周波数が圧縮機の吸吐配管や基礎の全体システムと合致し、共振した状態を（ハ）という。

対策としては、ラビリンスの交換、ラビリンス形状の改善、（ニ）の見直しによるロータの（ホ）がある。

- | | | | |
|----------------|-----------------|---------------|-----------------|
| A 1/2 f | B 2 f | C 自励 | D アンバランス |
| E ラビング | F バランス修正 | G 運転条件 | H 振動解析 |
| I 安定化 | J ガスホイップ | | |

| 【問13】 | （イ） | （ロ） | （ハ） | （ニ） | （ホ） |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 解答 | A | C | J | G | I |

【問 1 4】 次の **A ~ E** は、遠心圧縮機の補修と改善事例に関する記述である。適切なものを3つ選べ。

- A** シャフトのジャーナル軸受部や軸封部に生じた、傷、摩耗などの損傷は、損傷が軽微であっても手仕上げを含めた研磨加工をしてはならない。
- B** インペラの補修方法の選択は、適用箇所、損傷の程度、又は使用環境によって決めなければならない。
- C** ロータの振れ修正において軸振動測定部は、機械的振れ(メカニカルランナウト)は修正して良いが、電氣的振れ(エレクトリカルランナウト)は修正してはならない。
- D** インペラが著しい摩耗などにより減肉が生じている場合は、応力集中を防ぐため減肉した部位を滑らかに仕上げる必要がある。
- E** ロータの異常振動は、軸受ハウジングの内径と軸受外径との間に適切な締め代(つぶれ代)が不足し発生する場合がある。

| | | | |
|----------------|------------|----------|----------|
| 【問 1 4】 | 順不同 | | |
| 解答 | B | D | E |

【問15】 次の **A** ~ **E** は、往復動圧縮機の各部締結ボルト及びクランクシャフト・クランクケースの損傷形態と要因に関する記述である。適切なものを3つ選べ。

- A** 接続筒、クロスヘッド・ガイド及び各部締結ボルトには、シリンダのヘッドエンド側の圧縮工程ごとに引張応力が作用する。
- B** 屋外設置の往復動圧縮機では潤滑油により、接合面及び締結ボルトにフレットイング摩耗及び腐食が生じる場合がある。
- C** 基礎の収縮・膨張による変形は、ターニング不良、クランクシャフト及びクランクケースの破損に至る原因となる。
- D** クランクシャフトにカウンタウエイトがボルトで固定されている場合は、フレットイングコロージョンにより、カウンタウエイトが脱落する可能性がある。
- E** エポキシグラウトなどの非金属系で密着性の高いグラウトを用いている場合でも、基礎の膨張は生じる。

| | | | |
|--------------|------------|----------|----------|
| 【問15】 | 順不同 | | |
| 解答 | A | C | D |

【問16】 次の（イ）～（ホ）は、往復動圧縮機に関する記述である。日常点検に関する説明として正しいものには○を、誤っているものには×を解答せよ。

- （イ） シリンダのウォータジャケットの健全性（局所的な閉塞等）を、ジャケット表面温度を触診して確認する。
- （ロ） ウォータジャケット冷却水戻り配管のサイトフロー内の気泡の有無を目視で確認する。
- （ハ） ロッドパッキンからの漏れを確認するため、ロッドパッキンベント配管と接続筒ドレン配管の振動を触診して比較する。
- （ニ） クランクケース内の主軸受温度を触診で確認する。
- （ホ） （大気ベントの場合）ロッドパッキンからの漏れを確認するため、大気ベントから出る陽炎の大きさを観察する。

| 【問16】 | （イ） | （ロ） | （ハ） | （ニ） | （ホ） |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 解答 | ○ | ○ | × | × | ○ |

【問17】 次の（イ）～（ニ）は、往復動圧縮機に損傷が発生した際に確認される現象である。それぞれに最も適する想定原因を A ～ E の中から、その確認方法を F ～ J の中から解答せよ。なお、A ～ J の語句の重複使用は不可とする。

- （イ） 吐出ガス温度上昇
- （ロ） ノッキング現象（シリンダ部）
- （ハ） ガス漏れ
- （ニ） 異常振動

| 想定原因 | | 確認方法 | |
|----------|--------------|----------|---------------------|
| A | ロッドパッキンの摩耗 | F | 吸込ライン低所のドレン確認 |
| B | 吸込圧力低下 | G | 聴音、触診、振動計で位置を特定 |
| C | 内部ボルトのゆるみや折損 | H | ピストン鑄抜きプラグのゆるみ点検 |
| D | シリンダ内への液体混入 | I | ロッドパッキンベントラインの温度を確認 |
| E | 給油温度の低下 | J | 吸込ストレナーナ下流の圧力確認 |

| 【問17】 | | （イ） | （ロ） | （ハ） | （ニ） |
|-------|------|----------|----------|----------|----------|
| 解答 | 想定原因 | B | D | A | C |
| | 確認方法 | J | F | I | G |

【問18】 次の文は、往復動圧縮機のパッキンクリアランスの測定の目的に関する記述である。文中の（イ）～（ホ）に入る最も適切な語句を、A～Jの中から解答せよ。なお設問中、4箇所の（イ）には同一の選択肢が入る。A～Jの語句の重複使用は不可とする。

摺動部に用いられるパッキン類（ロッドパッキン、（イ））は、その機能を維持するため適切なサイドクリアランスが必要である。

ロッドパッキン、（イ）のサイドクリアランスが（ロ）となった場合は、パッキン類の動きが拘束され、過度の摺動熱によりパッキンの（ハ）や損傷が生じる可能性がある。

（イ）のサイドクリアランスが（ニ）となった場合は、（イ）が（ホ）内で傾きやすくなりシール性能が低下する。

- | | | | |
|------------------|------------------|---------------|-------------|
| A ライダーリング | B ピストンリング | C 荷重 | D 割れ |
| E 過小 | F 過大 | G 異常摩耗 | H 軸受 |
| I 潤滑性能 | J リング溝 | | |

| 【問18】 | （イ） | （ロ） | （ハ） | （ニ） | （ホ） |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 解答 | B | E | G | F | J |

【問19】 次の A ~ E は、往復動圧縮機のピストン周辺部品に関する記述である。適切なものを3つ選べ。

- A ピストンの中にはその製造方法（鋳造）により、端面にプラグ止めを施しているものがあり、そのプラグはゆるみ止めがされているためゆるむことはない。
- B ピストンリング溝の摩耗は進行速度が遅いため、摺動部品交換のタイミングで寸法を測定することで保全上及び運転管理上の問題はないと考えられる。
- C ピストンリングの摩耗量の簡易的な測定方法として、ターニングによるデフレクションの測定も有効である。
- D ピストンリングは摩耗を含む損傷が進んだ場合、性能低下として運転中に外部から確認が可能であるため、保全形態としてはC BMが可能である。
- E ピストン締付ナット当たり面の腐食は、主にナット締付力の不足と吸込ガス中の微量の凝縮水の流入による隙間腐食が考えられる。

| 【問19】 | 順不同 | | |
|-------|-----|---|---|
| 解答 | B | D | E |

【問20】 次の（イ）～（ホ）について、蒸気タービンの定期検査項目における留意事項として正しいものには○を、誤っているものには×を解答せよ。

- （イ） 分解後ガスケットやOリングなどの消耗品は、点検して変形や割れがあるものだけを新品に交換する。
- （ロ） 翼段落で温度的にも応力的にも過酷な条件となる段落は割れないことを確認する。一般的には湿り度と比体積の関係でエネルギー密度が高くなる中間段である。
- （ハ） 試運転時には、保安テスト、トリップ関係の作動確認を行う。
- （ニ） 軸振動の原因として、長期間使用したロータで振れ量が大きくなった場合には、振れ修正を確認する必要がある。
- （ホ） 定期検査期間を短くするためには、保安テスト、トリップ関係の作動確認を削除した方がよい。

| 【問20】 | （イ） | （ロ） | （ハ） | （ニ） | （ホ） |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 解答 | × | × | ○ | ○ | × |

【問21】 次の文は、蒸気タービンのドレンアタックに関する記述である。文中の(イ)～(ホ)に入る最も適切な語句を、A～Jの中から解答せよ。なお、A～Jの語句の重複使用は不可とする。

ドレンアタックは、上流側から流入してくる蒸気中に含まれる水滴及びタービン内部で蒸気エネルギーを動力に変換する過程で蒸気の湿り度が(イ)し、生成された(ロ)によるエロージョンである。

一般的に蒸気の湿り度が(ハ)以上になると水滴化が始まり、復水タービンでは湿り度が(ニ)なるのでドレンアタックを生じやすい。

(ホ)の影響を大きく受ける動翼のドレン衝突面では、(ホ)の高い最終段側にドレンアタック現象が発生しやすい。

| | | | |
|---------------|--------------|-------------|-------------|
| A 入口段側 | B 3% | C 低く | D 水滴 |
| E 増加 | F 比速度 | G 高く | H 6% |
| I 流速 | J 比体積 | | |

| | | | | | |
|--------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 【問21】 | (イ) | (ロ) | (ハ) | (ニ) | (ホ) |
| 解答 | E | D | B | G | I |

【問22】 次の表は、蒸気タービンの運転中の日常点検項目を示したものである。表中の（イ）～（ホ）に入る最も適切な語句を、A～Jの中から解答せよ。なお、A～Jの語句の重複使用は不可とする。

| 部位 | 点検項目 | 点検方法 | 判定基準 |
|----------------|------|------|--------------|
| 軸封 | （イ） | 目視 | 異常な漏れがない |
| ガバナ機構 | 作動状況 | 目視 | （ロ） |
| ロータ（シャフト、ディスク） | （ハ） | 聴診棒 | 異音がない |
| | 振動 | （ニ） | 異常がない・管理値 |
| 非常遮断弁 | （ホ） | 目視 | スムーズな動作をしている |

| | | | |
|---------|------------|--------|---------|
| A 音 | B 触診・振動計 | C 異臭 | D 変動がない |
| E 固着の有無 | F 圧力計 | G 蒸気漏れ | H 基準値 |
| I 開度 | J ハンチングがない | | |

| 【問22】 | （イ） | （ロ） | （ハ） | （ニ） | （ホ） |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 解答 | G | J | A | B | E |

【問23】 次の（イ）～（ニ）は、蒸気タービンの故障に関する想定原因と対策の記述である。最も適する想定原因を、A～Eの中から、その対策を、F～Jの中から解答せよ。なお、A～Jの語句の重複使用は不可とする。

- （イ） グランドからの蒸気漏れ量増加
- （ロ） 振動増大
- （ハ） 効率の低下
- （ニ） ガバナのハンチング

| 想定原因 | | 対策 | |
|----------|-----------------|----------|----------------------------------|
| A | ノズルにシリカ等のスケール付着 | F | 油の性状分析を行い、劣化があれば交換する |
| B | グランドコンデンサの性能低下 | G | バネを新品に交換する |
| C | 加減弁リフトの設定不良 | H | 入口蒸気の商品管理を確認し、不純物がある場合は管理の見直しを行う |
| D | 油性劣化 | I | 冷却水チューブ内部に汚れがあればクリーニングを行う |
| E | バネのへたり | J | 計画寸法に調整する |

| 【問23】 | | （イ） | （ロ） | （ハ） | （ニ） |
|-------|------|----------|----------|----------|----------|
| 解答 | 想定原因 | B | D | A | C |
| | 対策 | I | F | H | J |

【問24】 次の（イ）～（ハ）は流量制御式往復動ポンプの部位名称である。各部位において、最も適する損傷形態を、A～Cの中から、その要因を、D～Fの中から解答せよ。なお、A～Fの語句の重複使用は不可とする。

- （イ）ダイヤフラム
- （ロ）クロスヘッド・ガイド
- （ハ）クランクフレーム

| 損傷形態 | 要因 |
|---|---|
| A 傷、摩耗 B 変形、穴あき C 割れ | D 基礎ボルトのゆるみで、往復動作ごとに本体が大きく揺動 E 異物混入 F 潤滑油不足、潤滑油の劣化 |

| 【問24】 | | （イ） | （ロ） | （ハ） |
|-------|------|----------|----------|----------|
| 解答 | 損傷形態 | B | A | C |
| | 要因 | E | F | D |

【問25】 次の（イ）～（ホ）について、流量制御式往復動ポンプの故障原因と対策に関する説明として正しいものには○を、誤っているものには×を解答せよ。

- （イ） 吐出流量が少なかったので分解して確認した結果、チェックバルブに傷が見られたため、チェックバルブの交換を行った。
- （ロ） グランドパッキンの摩耗により漏れが発生したので、オイル補給弁の交換を行った。
- （ハ） 吐出圧力不足の原因としてディスプレイスメントチャンバ内のエア抜き不足を疑い、エア抜き作業を行った。
- （ニ） 多連式ポンプの点検後の試運転において脈動が発生したので、各プランジャの作動位置を確認し、調整を行った。
- （ホ） ポンプの性能が低下したため、プランジャの交換を行った。

| 【問25】 | （イ） | （ロ） | （ハ） | （ニ） | （ホ） |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 解答 | ○ | × | ○ | ○ | × |

【問26】 次の表は、増速機の管理対象部位について記述したものである。表中の（イ）～（ホ）に入る最も適切な語句を、A～Jの中から解答せよ。なお、設問中、2箇所（ロ）には同一の選択肢が入る。A～Jの語句の重複使用は不可とする。

| 管理部位（単位） | 構成部品などの名称 |
|----------|-----------------------|
| ロータ | シャフト（高速軸、低速軸）、（イ） |
| （ロ） | （ロ）、小径ノズル、ボルト・ナット、噴油管 |
| 軸受 | 軸受（ジャーナル軸受、（ハ））、軸受箱 |
| 軸封 | （ニ） |
| カップリング | ハブ、ボルト・ナット、ブッシュ他 |
| 本体支持構造物 | 基礎、基礎ボルト、（ホ） |

| | | | | | | | |
|---|----------|---|----------|---|-------|---|----------|
| A | ラビリンスシール | B | グランドパッキン | C | シュラウド | D | ステージブッシュ |
| E | ベースプレート | F | ギヤ | G | ベベル軸受 | H | スラスト軸受 |
| I | ペDESTAL | J | ケーシング | | | | |

| | | | | | |
|--------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 【問26】 | （イ） | （ロ） | （ハ） | （ニ） | （ホ） |
| 解答 | F | J | H | A | E |

【問27】 次の表は、増速機のギヤの損傷形態と要因を示したものである。
 (イ)～(ホ)に入る最も適切な語句を、A～Jの中から解答せよ。
 なお、A～Jの語句の重複使用は不可とする。

| 部 位 | | 損傷形態 | 要 因 |
|-----|----|-----------------------|------------------|
| ロータ | ギヤ | 傷 (スクラッチ) | (イ)、潤滑不良 |
| | | 摩耗 ((ロ)) | 微細な振動 (主に運転休止状態) |
| | | 局部減肉 ((ハ)) | 潤滑油の過給油状態 |
| | | 局部疲労 (ピッチング) | 潤滑不良、(ニ) |
| | | 欠損、欠け (フレーキング、(ホ)) | 過負荷運転 |

| | | | |
|------------|--------------|-----------|----------|
| A 歯面粗さ | B スカッフイング | C 異物混入 | D 電食 |
| E アブレッシブ摩耗 | F エロージョン | G フレツティング | H スポーリング |
| I 折損、破損、亀裂 | J はめ合い部のがたつき | | |

| 【問27】 | (イ) | (ロ) | (ハ) | (ニ) | (ホ) |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 解答 | C | G | F | A | H |

【問28】 次の文は、油冷式スクリュウ圧縮機のメカニカルシールに関する記述である。
文中の（イ）～（ホ）に入る最も適切な語句を、A～Jの中から解答せよ。なお、A～Jの語句の重複使用は不可とする。

油冷式スクリュウ圧縮機の中で最も寿命が（イ）と考えられる部品である。スタフィン
グボックス圧力、周速度及び夾雑物の存在を考えれば、一般的に油冷式スクリュウ圧縮機内
でのメカニカルシールの使用条件はポンプより（ロ）短寿命である。

予備機のない場合には（ハ）管理とするのが現実的である。周期は過去の実績（寿命）
から判断するべきであるが、プラントの定期修理に合わせて行っている事例が多い。

（ニ）を期待する場合にはメカニカルシールのダブル化、又は、（ホ）も有効な対策
である。

- | | | | |
|--------------|---------------|--------------------|--------------|
| A 短い | B 効率改善 | C 潤滑油高粘度化 | D TBM |
| E 優しく | F 長寿命化 | G ドライガスシール化 | H CBM |
| I 厳しく | J 長い | | |

| 【問28】 | （イ） | （ロ） | （ハ） | （ニ） | （ホ） |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 解答 | A | I | D | F | G |

【問29】 次の A ~ E は、油冷式スクリュウ圧縮機の潤滑油に関する記述である。適切なものを3つ選べ。

- A 油冷式スクリュウ圧縮機の信頼性維持に関して、最も重要なのは潤滑油の選定と管理である。
- B 潤滑油はガスの圧縮工程でプロセスガスと接触・混合すると同時に、メカニカルシール及び軸受の潤滑用に供給される。
- C プロセスガス中にプロパンより重い成分が含まれる場合には、その成分が潤滑油中に溶け込み、その結果、潤滑油の粘度が増加する。
- D 通常粘度測定方法ではサンプリング後に潤滑油中に溶け込んでいた低分子量のガス成分が重合するため、運転状態での実粘度を正確に把握することが難しい。
- E 油種変更の際に、旧油が数%でも残留していると、予期せぬ夾雑物が発生し、内部の摩耗やファウリングなどを生じることがある。

| | | | |
|-------|-----|---|---|
| 【問29】 | 順不同 | | |
| 解答 | A | B | E |

【問30】 次の（イ）～（ホ）は、油冷式スクリュ圧縮機に関連するそれぞれの部位の損傷要因に関する記述である。それぞれの文が説明している事柄を、A～Jの中から解答せよ。なお、A～Jの語句の重複使用は不可とする。

- （イ） プロセスガスに同伴される夾雑物等によるファウリングの影響を受けやすい、特にフィンチューブを用いている場合にはこの傾向は顕著となる。
- （ロ） 圧縮機のロータ及び軸受を保護することを目的としているため、閉塞による過大差圧でエレメントが破損しないように、日常点検で差圧の確認を行う必要がある。
- （ハ） 駆動用のスプール弁が、夾雑物の堆積により作動不良になることもある。
- （ニ） 耐圧部内部の摩耗が生じた場合、圧縮機性能（ガス吐出量、吐出温度、電流値）の変化として検知できる。
- （ホ） 製油所内のプロセスガスは、一般的には多少の夾雑物を含んでいるため、圧縮機のロータを保護するとともにオイルフィルタの取替頻度を低減するため、日常点検で差圧の確認を行う必要がある。

- | | | | |
|----------------|-----------------|-------------------|-------------------|
| A 電動機 | B スライド弁 | C ロータ | D メカニカルシール |
| E 軸受 | F オイルクーラ | G 吸込ガスフィルタ | H オイルフィルタ |
| I ケーシング | J カップリング | | |

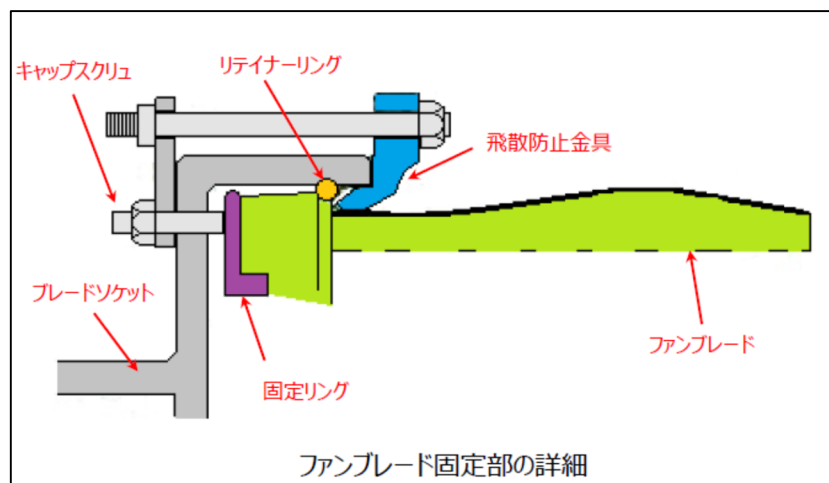
| 【問30】 | （イ） | （ロ） | （ハ） | （ニ） | （ホ） |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 解答 | F | H | B | I | G |

【問31】 次の **A ~ G** について、空冷式熱交換器用軸流ファンの整備・組立作業の妥当性の確認を目的として、整備後に行われる試運転検査項目として適切なものを4つ選べ。

- A** 電流値
- B** 可変ピッチファンの動作（運転前後）
- C** ファンシャフトベアリング異常音、温度
- D** ファン吸込圧力・吐出圧力
- E** ファン吸込温度・吐出温度
- F** マシンマウント振動
- G** 軸移動

| | | | | |
|--------------|------------|----------|----------|----------|
| 【問31】 | 順不同 | | | |
| 解答 | A | B | C | F |

【問32】 次の図は、軸流ファンのFRP製ファンブレード固定部の構造を示し、写真はリテイナーリング部および固定リング部が劣化損傷したものである。対策としてブレードの交換を行うとともに、今後の保全計画の見直しとして適切なものを、(イ)～(ホ)の中から2つ選べ。



- (イ) 日常点検、目視による予防保全
- (ロ) リテイナーリング部の当たり、摩耗、劣化状況の定期点検
- (ハ) 振動測定による状態監視保全
- (ニ) キャップスクリューの適正トルクによる定期締付
- (ホ) 固定部の劣化を考慮したキャップスクリューのオーバートルクによる定期締付

| | | |
|-------|-----|-----|
| 【問32】 | 順不同 | |
| 解答 | (ロ) | (ニ) |

【問33】 次の文は、回転機の補修に関する記述である。文中の（イ）～（ニ）に入る最も適する語句を、A～Hの中から解答せよ。なお、A～Hの語句の重複使用は不可とする。

補修方法には溶射、（イ）、メッキ、充填材補修、コーティング、表面硬化処理法、ネジロック、薄肉スリーブ又はカラーの装着などがある。それぞれの補修方法には長所、短所があり、使用目的、使用条件、（ロ）によって、同じ補修方法でも応急補修になるものと恒久補修になるものがある。採用する場合には応急補修とするのか、恒久補修とするのか、（ハ）な保全計画を立案して実施する必要がある。また、補修前の処理として、母材の酸化物（ニ）、脱脂、清浄などを考慮する必要がある。

- | | | | |
|--------------|---------------|-------------|--------------|
| A 短期的 | B 溶接 | C 付加 | D 除去 |
| E 使用者 | F 使用場所 | G 圧着 | H 長期的 |

| | | | | |
|--------------|----------|----------|----------|----------|
| 【問33】 | （イ） | （ロ） | （ハ） | （ニ） |
| 解答 | B | F | H | D |

【問34】 次の（イ）～（ニ）について、溶接補修に関する説明として正しいものには○を、誤っているものには×を解答せよ。

- （イ） 溶接とは、二つの金属の接合部を加熱溶融して、冶金的に結合する方法である。補修においては割れ、各種欠陥に起因する破損部の復元、溶損部の肉盛、摩耗部の復元などを目的に行われる。
- （ロ） 溶接には、熱影響部の割れやひずみに影響を及ぼさない方法として低温溶接があるが、材料が安価であることや溶接の工数が少なく低コストになることも長所である。
- （ハ） 一般に溶接補修の場合は周囲からの拘束が大きい。このため、拘束応力を緩和し、溶接部の品質を向上させるために、予熱、直後熱、溶接後熱処理などの熱管理が重要である。
- （ニ） 供用中の機器は使用状態に応じて種々の経年劣化が生じている場合があるが、経年劣化を生じている材料に溶接補修を施しても割れを誘発することはないため、補修に先立つ調査と検討は不要となる。

| 【問34】 | （イ） | （ロ） | （ハ） | （ニ） |
|-------|-----|-----|-----|-----|
| 解答 | ○ | × | ○ | × |

【問35】 次の文は、遠心ポンプの性能評価に関する記述である。文中の（イ）～（ホ）に入る最も適する語句を、A～Jの中から解答せよ。なお設問中、2箇所の（ホ）には同一の選択肢が入る。A～Jの語句の重複使用は不可とする。

遠心ポンプの性能低下に影響を及ぼす要因には、運転条件の変化（取扱液の（イ）・粘度変化）、（ロ）もしくはケーシング表面の肌荒れ（腐食・摩耗）による円板摩擦抵抗の増加、及びウェアリング（多段遠心ポンプは、（ハ）も含む）摩耗による（ニ）の増加がある。これらの性能低下を定量的に評価するには、JIS B 8301（遠心ポンプ、斜流ポンプ及び軸流ポンプ—試験方法）、API 610又はポンプ製作者の工場試験要領書を参考に、現状の運転データから求めた（ホ）と工場試験時の（ホ）とを比較して行う。

- | | | | |
|----------|------------|-----------|-------|
| A 熱量 | B 内部漏れ量 | C インペラ表面 | D 粒度 |
| E シャフト表面 | F 性能 | G ランタンリング | H 軸動力 |
| I 比重 | J ステージブッシュ | | |

| | | | | | |
|--------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 【問35】 | （イ） | （ロ） | （ハ） | （ニ） | （ホ） |
| 解答 | I | C | J | B | F |

【問36】 次の（イ）～（ホ）について、遠心圧縮機の性能評価に関する説明として正しいものには○を、誤っているものには×を解答せよ。

- （イ） 吸込圧力のみ変化する時、吸込圧力が下がると吐出圧力及び軸動力は下がり、反対に吸込圧力が上がると吐出圧力及び軸動力は上がる。
- （ロ） 回転数のみ変化する時、回転数が下がるとポリトロープヘッドが上がるので、吐出圧力及び軸動力も上がる。
- （ハ） 内部漏えい量が増加すると、圧縮機のポリトロープヘッドは上がり、吐出圧力も上がる。
- （ニ） ガス組成の変化で分子量が大きくなると、ポリトロープヘッドはほとんど変わらないが、吐出圧力及び軸動力は上がる。
- （ホ） 性能低下に影響を及ぼす要因の一つとして、流体通路部ダスト付着による流路摩擦抵抗の増加がある。

| 【問36】 | （イ） | （ロ） | （ハ） | （ニ） | （ホ） |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 解答 | ○ | × | × | ○ | ○ |

【問37】 次の（イ）～（ホ）について、油冷式スクリュ圧縮機の性能評価に関する説明として正しいものには○を、誤っているものには×を解答せよ。

- （イ） 容積型圧縮機であり、一般的に圧縮機本体の性能低下原因は、ケーシングとロータとの隙間増加による内部漏れ量の増加である。
- （ロ） 圧縮機本体の性能低下の有無は、データシート上の流量を吸込状態に換算した体積流量と、実際に測定した流量を圧縮機の吸込状態（吸込フィルタ下流）に換算した体積流量とを比較することにより評価できる。
- （ハ） 圧力又は流量調整においては、通常、スライド弁もしくはスピルバック弁又は両方で流量制御しているが、圧縮機の流量を把握するためにはスライド弁開度を考慮する必要がない。
- （ニ） 性能を供用中に評価するためには、吸込・吐出ガス圧力、吸込・吐出ガス温度などを初期値と比較することが必要であるが、容積型圧縮機であるのでガス組成（分子量）の影響は考慮しなくても良い。
- （ホ） ガスは油で冷却されているため、往復動圧縮機のように吐出ガス温度で性能低下を評価することは難しい。

| 【問37】 | （イ） | （ロ） | （ハ） | （ニ） | （ホ） |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 解答 | ○ | ○ | × | × | ○ |

【問38】 次の表は、往復動圧縮機の保安管理システムに関するものである。表中の（イ）～（ホ）に入る最も適する語句を、A～Jの中から解答せよ。なお設問中、2箇所の（ロ）と（ホ）には同一の選択肢が入る。A～Jの語句の重複使用は不可とする。

| 監視項目 | 監視の目的 |
|----------------|--|
| フレーム・シリンダ振動 | 基礎ボルトやシリンダ本体・接続筒・クロスヘッドガイド・クランクケースの各部締結ボルトの（イ）や折損を事前に検知し、フレームの損傷を防ぐ。 |
| （ロ）(ギャップセンサ方式) | ライダーリングの摩耗はライナの摩耗に比べ大きいため、（ロ）を連続的に監視することにより、ライダーリングの（ハ）を事前に予知することができる。 |
| バルブカバー温度 | 圧縮機弁の（ニ）の破損又は異物の噛み込み、及びピストンリングの異常摩耗などでシール性能が損なわれると、吐出ガスが逆流して吐出ガス温度が上昇することから、バルブカバーの温度を監視して異常を検知する。 |
| ガス圧力の差圧 | （ホ）は、許容最大荷重以上の荷重で運転された場合には、折損することもある。（ホ）荷重は、主に吸込圧力と吐出圧力との差圧によって決まる。 |

| | | | |
|-----------|-----------|--------------|---------|
| A 取替時期 | B クロスヘッド | C ボード線図 | D P-V線図 |
| E バルブプレート | F ロッドドロップ | G ロッドパッキンリング | |
| H ピストンロッド | I 腐食 | J ゆるみ | |

| 【問38】 | （イ） | （ロ） | （ハ） | （ニ） | （ホ） |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 解答 | J | F | A | E | H |

【問39】 次の（イ）～（ニ）について、蒸気タービンの保安全管理システムに関する説明として正しいものには○を、誤っているものには×を解答せよ。

- （イ） 蒸気加減弁及び遮断弁の動作制御は油圧で行っている。そのため、制御油の圧力を監視している。
- （ロ） ロータ長が長く、蒸気温度が高い蒸気タービンでは、起動時にロータとケーシングとの熱膨張差で内部接触しないように伸び差センサを設置している場合がある。
- （ハ） 回転数監視は一般的に非接触式が用いられている。
- （ニ） スラスト軸受の摩耗監視とスチームコンデンセイトのキャリーオーバーによるロータの異常移動現象も監視している。

| 【問39】 | （イ） | （ロ） | （ハ） | （ニ） |
|-------|-----|-----|-----|-----|
| 解答 | ○ | ○ | ○ | ○ |

【問40】 次の表は、振動パラメータ「変位」、「速度」および「加速度」に関するものである。(イ)～(ホ)に入る最も適する語句を、A～Jの中から解答せよ。なお、A～Jの語句の重複使用は不可とする。

| パラメータ | パラメータの意味 | 単位 | どのような場合に使用するか |
|-------|---|-----------------|---------------|
| 変位 | 回転体の(イ)の評価値 | mm | 回転機械の(ロ) |
| | | μm | |
| 速度 | 振動する速さ、振動エネルギーの大きさを表し、機械の(ハ)や、劣化の進展度合いに関わる特性値 | mm/s | 回転機械の振動 |
| | | cm/s | |
| 加速度 | 振動によって生ずる(ニ)の大きさに関わる特性値 | mm/s^2 | (ホ)による振動 |
| | | G | |

| | | | |
|-------------------|-------------------|-----------------|--------------|
| A 潤滑油量 | B たわみ量、振れ量 | C 給油量の設定 | D 軸振れ |
| E 接触 | F 摩耗 | G 騒音 | H 衝撃力 |
| I ミスアライメント | J 軸受損傷 | | |

| 【問40】 | (イ) | (ロ) | (ハ) | (ニ) | (ホ) |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 解答 | B | D | F | H | J |

【問41】 次の（イ）～（ホ）について、簡易診断及び精密診断による異常の判別に関する説明として正しいものには○を、誤っているものには×を解答せよ。

- （イ） 簡易診断における判定で、絶対値判定法を採用したので、運転状態等の変化に応じて振動値が変化、判定に影響することはない。
- （ロ） 有効に校正された振動計であれば、測定結果は周囲環境の変化により測定対象機器の振動値に影響を及ぼすことはない。
- （ハ） 自励振動は、振動的な強制外力がなくても発生する振動のことである。そのため、回転周波数やその倍数周波数にピークが現れるとは限らず、注意が必要である。
- （ニ） 暗振動が影響を及ぼしている場合は、相対値判定法にて評価することが適切である。
- （ホ） 回転機械の軸受振動値が許容値内であれば、小径ドレンノズルなどの接続配管が共振により損傷することはない。

| 【問41】 | （イ） | （ロ） | （ハ） | （ニ） | （ホ） |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 解答 | × | × | ○ | ○ | × |

【問42】 次の **A ~ E** は、振動診断における程度の予測、対策の立案と実行に関する記述である。適切なものを3つ選べ。

- A** 得られた機器の振動値を過去実績に基づく管理値と比較していれば、精密診断や他の診断方法の組み合わせの必要はなく、信頼性の高い予測が可能である。
- B** 振動値が Zone C（警告領域内）の場合でも、振動値の変化がない場合、従来と同じ時間間隔で測定、監視を継続する。
- C** 振動の主要因がアンバランスであれば、急激に軸受が損傷し機能損失に至る可能性は低く、上昇傾向を監視しつつ計画的な保全工事が可能なことが多い。
- D** 振動診断結果によっては、保全工事を行わないという処置も立案可能である。
- E** 簡易診断、精密診断の間隔が短いほど、効果的な振動診断結果が得られる。

| | | | |
|--------------|------------|----------|----------|
| 【問42】 | 順不同 | | |
| 解答 | B | C | D |